

22.7.2004

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 7月 23日

出願番号  
Application Number: 特願 2003-200656

[ST. 10/C]: [JP 2003-200656]

出願人  
Applicant(s): シャープ株式会社

REC'D 10 SEP 2004

WIPO

PCT

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 8月 26日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小川

洋

【書類名】 特許願  
【整理番号】 1030795  
【提出日】 平成15年 7月23日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 F25D 17/00  
【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内

【氏名】 陳 偉

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064746

【弁理士】

【氏名又は名称】 深見 久郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100085132

【弁理士】

【氏名又は名称】 森田 俊雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100083703

【弁理士】

【氏名又は名称】 仲村 義平

【選任した代理人】

【識別番号】 100096781

【弁理士】

【氏名又は名称】 堀井 豊

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100098316

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 野田 久登

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100109162

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 酒井 將行

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008693

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208500

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 热交換システムおよびスターリング冷却庫

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 放熱部の周囲に設けられ、内部の冷媒を蒸発させる蒸発器と

前記冷媒を凝縮させる凝縮器と、

前記冷媒を前記蒸発器から前記凝縮器へと導く導管と、

前記凝縮器で凝縮した前記冷媒を前記凝縮器から前記蒸発器へと戻す戻り管とを備えた熱交換システムであって、

前記蒸発器内において、前記戻り管の開口部と該蒸発器の内周面との間の距離は、前記導管の開口部と前記内周面との間の距離よりも小さい熱交換システム。

【請求項 2】 放熱部の周囲に設けられ、内部の冷媒を蒸発させる、複数に分割された蒸発器と、

前記冷媒を凝縮させる凝縮器と、

前記冷媒を複数に分割された前記各蒸発器から前記凝縮器へと導く導管と、

前記凝縮器で凝縮した前記冷媒を前記凝縮器から前記各蒸発器へと戻す戻り管とを備えた熱交換システムであって、

前記戻り管は前記導管よりも前記各蒸発器の前記導管に近い側の周方向端面側にそれぞれ接続された熱交換システム。

【請求項 3】 複数に分割された蒸発器と、

冷媒を凝縮させる凝縮器と、

前記冷媒を複数に分割された前記各蒸発器から前記凝縮器へと導く導管と、

前記凝縮器で凝縮した前記冷媒を前記凝縮器から前記各蒸発器へとそれぞれ戻す戻り管と、

前記複数の蒸発器を連結し、該複数の蒸発器間での液冷媒の流動を許容する連結管とを備えた熱交換システム。

【請求項 4】 前記導管および前記戻り管は前記蒸発器の外周面に接続され

該戻り管は該導管よりも前記蒸発器の内周面側に突出した、請求項 1 から請求

項3のいずれかに記載の熱交換システム。

【請求項5】 前記導管は前記蒸発器の外周面に、前記戻り管は前記蒸発器の軸方向端面に接続された、請求項1から請求項3のいずれかに記載の熱交換システム。

【請求項6】 前記戻り管は、冷凍機の吸熱部に対して反対側の前記軸方向端面に接続された、請求項5に記載の熱交換システム。

【請求項7】 前記戻り管は前記蒸発器内部で該蒸発器の軸方向端面と交差する方向に延在する、請求項5に記載の熱交換システム。

【請求項8】 前記戻り管は前記蒸発器の内部で複数の開口部を有する、請求項4から請求項7のいずれかに記載の熱交換システム。

【請求項9】 放熱部の周囲に設けられ、内部の冷媒を蒸発させる蒸発器と

、  
前記冷媒を凝縮させる凝縮器と、

前記冷媒を前記蒸発器から前記凝縮器へと導く導管と、

前記凝縮器で凝縮した前記冷媒を前記凝縮器から前記蒸発器へと戻す戻り管と

、  
前記蒸発器内において、該導管に液冷媒が流入するのを防ぐ冷媒流入防止部とを備えた熱交換システム。

【請求項10】 放熱部の周囲に設けられ、内部の冷媒を蒸発させる蒸発器と、  
前記冷媒を凝縮させる凝縮器と、

前記冷媒を前記蒸発器から前記凝縮器へと導く第1および第2の導管と、

前記凝縮器で凝縮した前記冷媒を前記凝縮器から前記蒸発器へと戻す戻り管とを備えた熱交換システムであって、

前記第1および第2の導管の前記蒸発器との接続位置間にて前記蒸発器と前記戻り管とを接続した熱交換システム。

【請求項11】 請求項1から請求項10のいずれかに記載の熱交換システムの蒸発器を、スターリング冷凍機の放熱部に装着し、該システムにより前記放熱部を冷却するスターリング冷却庫。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、熱交換システムおよびスターリング冷却庫に関し、特に、蒸発器と凝縮器とを備えた、冷媒の循環による熱交換システムおよびそれを備えたスターリング冷却庫に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

従来のスターリング冷凍機などの放熱部（高温部）の熱交換システムとしては、たとえば、特開2003-50073号公報（従来例1）に記載されたものなどが挙げられる。

**【0003】**

従来例1においては、配管で接続した高温側蒸発器と高温側凝縮器とを備え、高温側凝縮器を高温側蒸発器よりも高い位置に設け、水やハイドロカーボンなどの自然冷媒を封入し、サーモサイフォン原理で熱を搬送・放出するスターリング冷凍機における高温側熱交換サイクルが開示されている。

**【0004】**

ここで、スターリング冷凍機の運転を開始すると、高温部の温度が上がり、高温側蒸発器で熱搬送媒体が加熱されて蒸発し、配管を通って高温側凝縮器に流入する。同時に、放熱用ファンの回転により、庫外の空気が吸引口から空気ダクト内に吸い込まれ、高温側凝縮器のフィン間を通過した後吹出し口から庫外に吹き出される。その際、熱搬送媒体は高温側凝縮器で冷やされて凝縮する。凝縮した熱搬送媒体は配管を通って流れ落ち、再び高温側蒸発器に戻る。このように、熱搬送媒体の自然循環が行なわれ、スターリング冷凍機の高温部の熱が庫外に放熱される。

**【0005】****【特許文献1】**

特開2003-50073号公報

**【0006】**

**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、上記のような熱交換システムにおいては、下記のような問題があつた。

**【0007】**

上記の高温側蒸発器には、ガス化した冷媒を蒸発器から凝縮器へと導く第1の配管と、凝縮した冷媒を凝縮器から蒸発器へと戻す第2の配管とが接続される。

**【0008】**

ここで、蒸発器内でガス化した冷媒が第1の配管へ流入する際の速度は非常に大きく、凝縮した冷媒が蒸発器内へ流入する際の流量は比較的小さいため、蒸発器内へ流入する冷媒が、大きな流速をもつ上記のガスとともに、液体状態のまま第1の配管へと流入する場合がある。

**【0009】**

上記の流入により、蒸発器内の液冷媒が減少して液位が下がることになる。ここで、蒸発器の冷却機能は主に液冷媒の蒸発によって発揮されているので、結果として、該熱交換システムの冷却機能が低下することになる。

**【0010】**

本発明は上記のような問題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、冷却効率のよい熱交換システムおよび該熱交換システムを備えたスターリング冷却庫を提供することにある。

**【0011】****【課題を解決するための手段】**

本発明に係る熱交換システムは、1つの局面では、放熱部の周囲に設けられ、内部の冷媒を蒸発させる蒸発器と、冷媒を凝縮させる凝縮器と、冷媒を蒸発器から凝縮器へと導く導管と、凝縮器で凝縮した冷媒を凝縮器から蒸発器へと戻す戻り管とを備えた熱交換システムであつて、蒸発器内において、戻り管の開口部と該蒸発器の内周面との間の距離は、導管の開口部と内周面との間の距離よりも小さい。

**【0012】**

本発明に係る熱交換システムは、他の局面では、放熱部の周囲に設けられ、内

部の冷媒を蒸発させる、複数に分割された蒸発器と、冷媒を凝縮させる凝縮器と、冷媒を複数に分割させた各々の蒸発器から凝縮器へと導く導管と、凝縮器で凝縮した冷媒を凝縮器から各々の蒸発器へと戻す戻り管とを備えた熱交換システムであって、戻り管は導管よりも各蒸発器の導管に近い側の周方向端面側にそれぞれ接続されている。

#### 【0013】

これにより、戻り管から蒸発器に流入する凝縮した冷媒が、蒸発器から導管へと流入するガスの気流に巻き込まれにくくなるので、該冷媒の導管への逆流による蒸発器内の液位の低下が抑制され、結果として、熱交換システムの冷却機能が低下するのを防止することができる。

#### 【0014】

本発明に係る熱交換システムは、さらに他の局面では、複数に分割された蒸発器と、冷媒を凝縮させる凝縮器と、冷媒を複数に分割された各蒸発器から凝縮器へと導く導管と、凝縮器で凝縮した冷媒を凝縮器から各蒸発器へとそれぞれ戻す戻り管と、複数の蒸発器を連結し、該複数の蒸発器間での液冷媒の流動を許容する連結管とを備える。

#### 【0015】

これにより、複数の蒸発器内の液冷媒の液位の不均衡を調整することができるるので、各々の蒸発器の液位の極端な低下が緩衝され、結果として蒸発器の冷却効果の低下を防止することができる。

#### 【0016】

ここで、1つの局面では、導管および戻り管は蒸発器の外周面に接続され、該戻り管は該導管よりも蒸発器の内周面側に突出していることが好ましい。

#### 【0017】

また、この際、戻り管は蒸発器の内部で屈曲し、かつ蒸発器内部で該蒸発器の軸方向端面と交差する方向に延在することが好ましい。

#### 【0018】

さらに、他の局面では、導管は蒸発器の外周面に、戻り管は蒸発器の軸方向端面に接続されていることが好ましい。

**【0019】**

また、この際、戻り管は蒸発器内部で該蒸発器の軸方向端面と交差する方向に延在することが好ましい。

**【0020】**

これにより、いずれの局面においても、凝縮した冷媒を蒸発器内の任意の箇所に流入させることができる。したがって、冷媒が導管へ逆流するのを防ぐ効果を高めることができる。

**【0021】**

また、上記のとおり、導管および戻り管について、構造上の制約に対応して複数のバリエーションが選択可能である。この結果、熱交換システムを適用するデバイスの構造上の制約に拘束されずに、蒸発器の冷却効果を高めることができる。

**【0022】**

また、戻り管は、冷凍機の吸熱部に対して反対側の前記軸方向端面に接続されることが好ましい。

**【0023】**

これにより、比較的高温である冷媒からの熱伝導によって、該低温部の温度が上昇することを防ぐことができる。

**【0024】**

また、該戻り管は蒸発器の内部で複数の開口部を有することが好ましい。

これにより、凝縮した冷媒を軸方向に分散させて蒸発器内に流入させることができる。したがって、蒸発器の冷却効果を高めることができる。

**【0025】**

また、戻り管の開口部の径を、該戻り管の上流から下流に向けて大きくすることが好ましい。

**【0026】**

これにより、冷媒をより均等に分散させて蒸発器内に流入させることができる。

**【0027】**

本発明に係る熱交換システムは、さらに他の局面では、放熱部の周囲に設けられ、内部の冷媒を蒸発させる蒸発器と、冷媒を凝縮させる凝縮器と、冷媒を蒸発器から凝縮器へと導く導管と、凝縮器で凝縮した冷媒を凝縮器から蒸発器へと戻す戻り管と、蒸発器内において、該導管に液冷媒が流入するのを防ぐ冷媒流入防止部とを備える。

#### 【0028】

これにより、蒸発器内の冷媒が、液体状態のまま蒸発器から導管へと流入するのを抑制することができる。

#### 【0029】

本発明に係る熱交換システムは、さらに他の局面では、放熱部の周囲に設けられ、内部の冷媒を蒸発させる蒸発器と、冷媒を凝縮させる凝縮器と、冷媒を蒸発器から凝縮器へと導く第1および第2の導管と、凝縮器で凝縮した冷媒を凝縮器から蒸発器へと戻す戻り管とを備えた熱交換システムであって、第1および第2の導管の蒸発器との接続位置間にて蒸発器と戻り管とを接続している。

#### 【0030】

これにより、戻り管から蒸発器に流入する凝縮した冷媒が、蒸発器から導管へと流入するガスの気流に巻き込まれにくくなる。

#### 【0031】

なお、いずれの局面においても、液冷媒の導管への逆流による蒸発器内の液位の低下が抑制され、結果として、熱交換システムの冷却機能が低下するのを防止することができる。

#### 【0032】

また、上記の熱交換システムは、スターリング冷凍機の放熱部の冷却に用いることができる。

#### 【0033】

本発明に係るスターリング冷却庫においては、上述の熱交換システムをスターリング冷凍機の放熱部に装着し、該システムにより放熱部の冷却を行なう。

#### 【0034】

これにより、該冷却庫に備えられたスターリング冷凍機は、冷却機能が高い熱

交換システムを有することになる。この結果、冷却庫の成績係数 (COP; Co efficient of Performance) が向上する。

### 【0035】

#### 【発明の実施の形態】

以下に、本発明に基づく熱交換システムおよび該システムを備えた冷却庫の実施の形態について説明する。

### 【0036】

本実施の形態に係る熱交換システムの一例としては、図1に示すような、スターリング冷凍機1の放熱部としての高温部（ウォームヘッド）を冷却するためのシステムが挙げられる。この熱交換システムは、蒸発器3と凝縮器4とを備えている。

### 【0037】

上記のスターリング冷凍機1は支持台2に支持されている。また、支持台2は、支持部2Aによりスターリング冷凍機1を支持し、該スターリング冷凍機を利用する冷蔵庫などの冷却庫の任意の箇所にスターリング冷凍機1を固定することができる。また、蒸発器3および凝縮器4は、スターリング冷凍機1の作動によって生じる高温部の放熱サイクルに含まれる。

### 【0038】

以下に、スターリング冷凍機1の構造について説明する。

スターリング冷凍機1は、圧力容器5と、圧力容器5内にシリンダと、シリンダ内を往復動するピストンと、ピストンを駆動するリニアモータと、シリンダ内においてピストンに対向するディスプレーサと、ピストンとディスプレーサとの間に圧縮空間と、ディスプレーサに対してピストンの反対側に膨張空間と、ピストンに対してディスプレーサの反対側に背面空間と、膨張空間に対してディスプレーサの反対側に吸熱部（低温部）としてのコールドヘッド6と、圧縮空間および膨張空間の連通部に放熱部（高温部）としてのウォームヘッド7とを備える。

### 【0039】

ここで、ピストンとディスプレーサとは同軸上に配設されており、ディスプレーサの一端を形成するロッドは、ピストンの中心部に設けられた摺動穴を貫通し

ている。また、ピストンおよびディスプレーサは、各々バネを介して背面空間側の圧力容器5に弹性支持されている。

#### 【0040】

圧縮容器5内（圧縮空間、膨張空間および背面空間）には、高圧ヘリウムガスなどの不活性ガスが作動媒体として充填されている。また、圧縮空間と膨張空間とは、再生器を介して連結されている。

#### 【0041】

実際に、スターリング冷凍機を作動させた際は、ピストンがリニアモータによって駆動され、所定周期で往復運動する。これにより、作動媒体は作動空間（圧縮空間および膨張空間）内で圧縮／膨張される。ディスプレーサは、作動媒体の圧縮／膨張に伴う圧力変化によって、直線的に往復運動する。なお、このとき、ピストンとディスプレーサとは、所定の位相差をもって同一周期にて往復運動することになる。

#### 【0042】

上記の往復運動の結果、コールドヘッド6において冷熱の発生がなされるなどの効果が得られる。この際、圧縮で生じる熱はウォームヘッド7を介して、スターリング冷凍機1の外部へと放熱されることになる。なお、上記の冷熱の発生原理などの逆スターリング熱サイクルに関しては、一般によく知られているので、ここでは説明を省略する。

#### 【0043】

以下に、蒸発器3と凝縮器4とを含む、高温部の熱交換サイクル（放熱サイクル）について説明する。

#### 【0044】

本サイクルは、図1に示すように、ウォームヘッド7の周囲に設けられ、冷媒の蒸発によりウォームヘッド7の熱を吸収する蒸発器3と、蒸発器3よりも高所に配置され、気相状態の冷媒を凝縮する凝縮器4と、冷媒を蒸発器3から凝縮器4へと導く導管8と、液冷媒を凝縮器4から蒸発器3へと戻す戻り管9とを含む自然循環型の回路である。なお、本回路内には、水（水溶液を含む）や炭化水素などの冷媒が封入されている。

**【0045】**

なお、図1において、蒸発器3は、円環形状を複数（2つ）の部分に分割した形状を有する蒸発器3A, 3Bにより構成されている。

**【0046】**

ここで、円環形状の分割数は2つに限定されるものではない。また、蒸発器3の環形状は円環形状に限られるものではなく、ウォームヘッドの形状にあわせて任意の環形状（たとえば四角環形状など）を適用することが可能である。

**【0047】**

また、凝縮器4は、図1に示すように、折り曲げ管4Aと、フィン4Bと、導管側ヘッダーパイプ4Cと、戻り管側ヘッダーパイプ4Dとを備える。ここで、折り曲げ管4Aは、ヘッダーパイプ4C, 4D間を接続し、該折り曲げ管4Aには、フィン4Bが取り付けられる。また、ヘッダーパイプ4C, 4Dは、それぞれ導管8、戻り管9に接続される。

**【0048】**

次に上記の熱交換サイクルの動作について説明する。

ウォームヘッド7に発生した熱は、ウォームヘッド7から蒸発器3に伝達され、蒸発器3内に溜まっている液冷媒を蒸発させる。蒸発した冷媒の蒸気は、蒸発器3から導管8へと流入し、該導管8を上昇して、蒸発器3よりも高い位置に設置された凝縮器4に流入する。その後、該ガス冷媒は、凝縮器4において外部と熱交換を行ない、大部分のガス冷媒が凝縮される。

**【0049】**

凝縮器4において凝縮した冷媒（凝縮されなかったガス冷媒を含む）は、戻り管9を下降する。そして、凝縮された液冷媒は蒸発器3に戻り、再びウォームヘッド7の熱によって蒸発し、熱交換を行なう。

**【0050】**

ところで、スターリング冷凍機の従来の放熱システムは、高温部に水を流したり、空気を送風することにより、高温部を冷却し、放熱を促進するように構成されている。

**【0051】**

しかしながら、上記のような水や空気の顯熱を利用した熱交換は熱伝導量が小さく、また水や空気の強制循環のための外部動力の駆動により消費電力が大きくなるため、結果として放熱サイクルの熱交換効率が低下する。

#### 【0052】

これに対し、本実施の形態に係る熱交換システムにおいては、冷媒の蒸発／凝縮による潜熱を利用した熱交換を行なうことにより、顯熱を利用した水冷／空冷などの熱交換と比較して、数十倍程度大きい熱伝達量を得ることができ、熱交換効率を大幅に向上させることができる。

#### 【0053】

また、上記のサイクルにおいては、蒸発器3と凝縮器4との上下配置における高度差と、気体（ガス冷媒）と液体（液冷媒）との比重差とを利用した自然循環を得ることができる。したがって、ポンプなどの外部動力が不要となり、省エネ効果を得ることができる。

#### 【0054】

ところで、上記の熱交換サイクルを氷点下の環境で動作させる場合、冷媒の凍結による配管の破損などの問題が考えられる。これに対し、水にたとえばエタノールやエチレングリコールなどを含む添加剤を混入させた冷媒を用いて、凝固点を降下させることによって凍結をおこりにくくすることができる。この場合、該添加剤による可燃性などの危険な要因を考慮して、添加剤混入後のエタノールまたはエチレングリコールの冷媒に占める割合は、20wtパーセント以下程度とすることが好ましい。

#### 【0055】

次に、蒸発器3の構造およびスターリング冷凍機1への取り付け方法について説明する。

#### 【0056】

蒸発器3は、円筒状のウォームヘッド7に簡単に取り付けることができるようにするため、図1に示すように、2つの半円環状蒸発器3A, 3Bに分割され、それらを組み合わせることにより、高温部の断面形状に対応した略円環形状を形成する。また、上記の各蒸発器3A, 3Bには、それぞれ導管8と戻り管9とが

接続されている。

#### 【0057】

実際に取り付けを行なう際は、まず、一対の半円環状蒸発器3A, 3Bを、ウォームヘッド7の周囲に密着させて環形状を形成するように合わせる。そして、1つあるいは複数のバンド10を用いて周囲から締め付ける。これにより、ねじ止めやかしめを用いることなく、環状の蒸発器3をウォームヘッド7に密着・固定することができる。

#### 【0058】

ここで、ウォームヘッド7と蒸発器3とをより密着させて放熱サイクルの熱交換効率を向上させるため、伝熱グリスを使用することが好ましい。

#### 【0059】

凝縮器4において凝縮した液冷媒は、戻り管9を経由して蒸発器3内に流入し、蒸発器3内で再度蒸発する際にウォームヘッド7と熱交換を行なう（ウォームヘッド7から熱を吸収する）。

#### 【0060】

ここで、導管8および戻り管9は蒸発器3の内周面の上部（ガス冷媒領域）に戻り管9からの導かれる冷媒が接触する位置に接続される。蒸発器上方の戻り管9から滴下される液冷媒は、蒸発器内の液冷媒に対して比較的低温であるので、冷却能力が大きい。ガス冷媒領域は、液冷媒が満たされていないため、液冷媒領域と比較すると高温であり、この高温箇所を冷却能力の大きい戻り管9から滴下される液冷媒にて冷却することにより、放熱サイクルの冷却能力を向上させることができる。

#### 【0061】

ここで、蒸発器3内でガス化した冷媒が導管8へ流入する際の速度（流速の一例としてはたとえば30m/s程度）は非常に大きく、凝縮した液冷媒が戻り管9から蒸発器3内へ滴下される際の流量（流量の一例としてはたとえば9cc/min程度）は比較的小さい。この結果、蒸発器3内へ流入する液冷媒が、大きな流速をもつ上記のガス冷媒とともに、液体状態のまま導管8へと流入する場合がある。このとき、蒸発器3内に十分な液冷媒が供給されないために、該蒸発器

3の液位が下がり、また、戻り管9からの液冷媒が蒸発器3の内周面のガス冷媒領域に接触しないため冷却機能が低下する場合がある。

#### 【0062】

これに対し、本実施の形態に係る熱交換システムは、たとえば図2または図3に示すように、蒸発器3内において、戻り管9の開口部9Aと蒸発器3の内周面11Aとの間の距離が、導管8の開口部8Aと内周面11Aとの間の距離よりも小さい構造を有する。ここで、上記の距離は、開口部8A, 9Aと内周面11Aとを直線で結んだ直線距離を意味する。

#### 【0063】

蒸発器3内における熱交換は、蒸発器3とウォームヘッド7との接触部付近、すなわち蒸発器3の内周面付近において最も活発に行なわれる。上記のように、戻り管9の開口部を蒸発器3の内周面11Aに近づけることで、蒸発器3内に流入した液冷媒が、該蒸発器3の内周面に達しやすくなり、液冷媒が液体状態のまま導管8へと流入することによる冷却機能の低下が防止される。

#### 【0064】

以下に、上記の導管8および戻り管9の構造について、さらに詳細に説明する。

#### 【0065】

上述した導管8および戻り管9の構造の一例としては、図2に示すように、導管8および戻り管9は蒸発器3の外周面11に接続され、該戻り管9は導管8よりも蒸発器3の内周面11A側に突出している構造が挙げられる。このとき、好ましくは、戻り管9の先端が、蒸発器3の内周面11Aより約3mm程度離間された態様とする。上記先端と内周面11Aの距離を近づけすぎると流動抵抗になるため問題となる。

#### 【0066】

また、他の例としては、図3に示すように、導管8は蒸発器3の外周面11に、戻り管9は蒸発器3の軸方向端面12に接続されている構造であってもよい。

#### 【0067】

このように、本実施の形態に係る熱交換システムは、デバイス全体の構造上の

制約に対して、蒸発器3に接続される導管8および戻り管9の構造について、複数のバリエーションが選択可能である。

#### 【0068】

なお、戻り管9を蒸発器3の軸方向端面12に接続する場合、該戻り管9は、蒸発器3の吸熱部としてのコールドヘッド6配置側に対して軸方向反対側の端面12に接続されていることが好ましい（図1参照）。

#### 【0069】

これにより、コールドヘッド6に対して比較的高温である冷媒からの熱伝達によって、コールドヘッド6の温度が上昇することを防ぎ、スターリング冷凍機の熱交換効率を向上させることができる。

#### 【0070】

上記のスターリング冷凍機および熱交換システムを作動させた際は、図2および図3に示すように、液面13Aを境界にして、蒸発器3内の下部に液冷媒領域13が、上部に蒸発したガス冷媒領域14が形成される。ここで、戻り管9は導管8よりも、ガス冷媒領域14の周方向端面15（導管8に近い側の周方向端面）である。なお、図2及び図3においては、当該周方向端面は図示の都合上切断されていて、表示されていない。）側において蒸発器3に接続されていることが好ましい。

#### 【0071】

これにより、戻り管9から蒸発器3に流入する液冷媒が、蒸発器3から導管8へと流入するガスの気流に巻き込まれにくくなる。したがって、蒸発器3への液冷媒への供給が不足して、放熱サイクルの冷却機能が低下するのを防止することができる。

#### 【0072】

また、戻り管9は、図4に示すように、外周面11に接続され、蒸発器3の内部で屈曲し、かつ蒸発器3内部で該蒸発器3の軸方向端面12と交差する方向に延在する構造であってもよいし、図5に示すように、蒸発器3の外部で屈曲し、軸方向端面12に接続され、かつ蒸発器3内部で該蒸発器3の軸方向端面12と交差する方向に延在する構造であってもよい。

**【0073】**

なお、図4および図5においては、蒸発器3内の軸方向のほぼ全体にわたって戻り管9が延在しているが、これは部分的な延在であってもよい。

**【0074】**

上記のように、戻り管9を蒸発器3の軸方向端面12と交差する方向に延在させることにより、蒸発器3の外部は図2、図3と同様の構造で、蒸発器3内の任意の軸方向の位置に戻り管9の開口部9Aを設けることができる。したがって、導管8へと流入するガスの気流に対して、より巻き込まれにくい位置に液冷媒を滴下しやすくなり、該液冷媒が導管8へ逆流するのを防ぐ効果を高めることができる。

**【0075】**

また、この場合、戻り管9は、図4、図5に示すように、蒸発器3の内部で複数の開口部9Aを有することが好ましい。

**【0076】**

これにより、凝縮した液冷媒を蒸発器3の軸方向に分散して滴下することができる。したがって、液冷媒を内周面11Aに幅広く接触させることができ、放熱サイクルの冷却効果を高めることができる。

**【0077】**

さらに、複数の開口部9Aの径は、戻り管9の上流から下流に向けて大きくすることが好ましい。これにより、流路抵抗の大きい戻り管9の下流側においても、液冷媒が滴下されやすくなる。したがって、各々の開口部9Aからの滴下量をバランスよく分散させることができる。

**【0078】**

上記の蒸発器3に係る変形例としては、図6に示すように、蒸発器3内において、導管8の開口部8Aよりも下方に、該導管8に液冷媒が流入するのを防ぐ液冷媒流入防止部としての流入防止板16を備えた構造が考えられる。

**【0079】**

これは、蒸発器3内で冷媒が蒸発するときに、非常に大きな気泡となる場合がある。そのとき、液冷媒領域の液冷媒が気泡の上昇とともに持ち上げられ、飛散

した液冷媒の一部が液体状態のまま導管8に流入することがある。このような現象が起きると、蒸発器3内の液冷媒量が減少するため、冷却能力が低下する。当該変形例に拠れば、流入防止板16の作用により上記現象の発生を防ぐことができる。したがって、冷却機能が低下するのを防止することができる。

#### 【0080】

さらに、蒸発器3に係る他の変形例としては、図7に示すように、戻り管9とは別に、蒸発器3の複数の部分にそれぞれ接続され、該蒸発器3の複数の部分を連結し、該複数の部分間での液冷媒の流動を許容する連結管17を備えた構造が考えられる。

#### 【0081】

これにより、複数（図7においては2つ）の蒸発器3の冷媒の液位の不均衡を調整することができるので、各々の蒸発器3の液位の低下が緩衝され、結果として放熱サイクルの冷却機能が低下するのを抑制することができる。

#### 【0082】

なお、本実施の形態に係る熱交換システムにおいて、上記の蒸発器3は、複数に分割されたものに限定されず、たとえば図8に示すような円環状の形状であってもよい。この場合、蒸発器3に接続される第1および第2の導管8B, 8Cを備え、図8に示すように、導管8B, 8Cと蒸発器3との接続位置間にて、蒸発器3に戻り管9を接続することが好ましい。

#### 【0083】

これにより、戻り管9から蒸発器3に滴下される凝縮した液冷媒（図8中の破線矢印）が、液面13Aから蒸発したガス冷媒が導管8に流入することによって生じる流れ（図8中の実線矢印）に巻き込まれにくくなり、該冷媒の導管8への逆流による蒸発器3内の液位の低下が抑制され、結果として、放熱サイクルの冷却機能が低下するのを防止することができる。

#### 【0084】

図9に、上述した熱交換システムを有するスターリング冷凍機を備えたスターリング冷却庫の一例を示す。

#### 【0085】

図9に示す冷却庫18は、冷却空間として冷凍空間と冷蔵空間との少なくとも一方を備える。また該冷却庫18は、スターリング冷凍機のウォームヘッドの冷却を行なう高温側熱搬送サイクル（放熱システム）として、上述した熱交換システム（図9中の破線）を備え、さらに、冷却庫内とスターリング冷凍機のコールドヘッドとの熱交換を行なう低温側熱搬送サイクル（吸熱システム）を備えている。

#### 【0086】

低温側熱搬送サイクルは、コールドヘッド6（図1参照）の周囲に接触して取り付けられた低温側凝縮器19と、低温側戻り管20および低温側導管21により、低温側凝縮器19と接続された低温側蒸発器22とから構成された循環回路である。この回路内には二酸化炭素や炭化水素などが冷媒として封入されている。ここで、冷媒の蒸発と凝縮とによる自然循環を利用して、コールドヘッド6で発生した冷熱を伝達することができるよう、低温側蒸発器22を低温側凝縮器19より下方に配置している。

#### 【0087】

図9に示すように、スターリング冷凍機は、冷却庫18背面の上部に配置される。また、吸熱システムは冷却庫18の背面側に配置され、放熱システムは冷却庫18の上部側に配置される。なお、低温側蒸発器22は、冷却庫18内の背面部分に設けられた冷気ダクト23に内設され、凝縮器4は冷却庫18の上部に設けたダクト24に内設される。

#### 【0088】

スターリング冷凍機1を作動させると、ウォームヘッド7（図1参照）で発生した熱が、凝縮器4を介してダクト24内の空気と熱交換される。このとき、送風ファン25により、ダクト24内の暖かい空気が冷却庫18の庫外へ排出されるとともに、冷却庫18の庫外の空気が取り込まれ、熱交換が促進される。

#### 【0089】

一方、コールドヘッド6で発生した冷熱は、低温側蒸発器22を介して冷気ダクト23内の気流（図9中の矢印）と熱交換される。このとき、冷凍空間側ファン26および冷蔵空間側ファン27により、低温側蒸発器22で冷却された冷気

が、それぞれ冷凍空間28および冷蔵空間29に送風される。各冷却空間28, 29からの暖かくなった気流は、冷気ダクト23を介して再び低温側蒸発器22に送られ、繰り返し冷却される。

#### 【0090】

上記の冷却庫18に備えられたスターリング冷凍機は、上述の構成により、冷却機能が高い放熱サイクルを有し、この結果として、冷却庫の成績係数を向上させることができる。

#### 【0091】

なお、本実施の形態に係る熱交換システムを適用できるデバイスは、上記のスターリング冷凍機に限られるものではなく、同様の形状の熱源を有する任意のデバイスに適用することが可能である。具体的には、電車等に使われているサイリスタの冷却、金型の冷却などが考えられる。

#### 【0092】

なお、上記の熱交換システムにおいて、上述した各々の特徴部分を組み合わせて複合された効果を得るようにすることは、当初から予定されている。

#### 【0093】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、今回開示された実施の形態は全ての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。

#### 【0094】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、蒸発器内の冷媒の液位の低下を抑制することができるので、冷却効率のよい熱交換システムおよび成績係数の高いスターリング冷却庫を提供することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の1つの実施の形態に係る熱交換システムを取り付けたスターリング冷凍機の斜視図である。

【図2】 本発明の1つの実施の形態に係る熱交換システムにおける蒸発器

の斜視断面図である。

【図3】 本発明の1つの実施の形態に係る熱交換システムにおける蒸発器の変形例の斜視断面図である。

【図4】 本発明の1つの実施の形態に係る熱交換システムにおける、戻り管が軸方向端面に交差する方向に延在する蒸発器の斜視断面図である。

【図5】 本発明の1つの実施の形態に係る熱交換システムにおける、戻り管が軸方向端面に交差する方向に延在する蒸発器の変形例の斜視断面図である。

【図6】 本発明の1つの実施の形態に係る熱交換システムにおける、液冷媒流入防止板を有する蒸発器の斜視断面図である。

【図7】 本発明の1つの実施の形態に係る、連結管を有する蒸発器を備えた熱交換システムの斜視図である。

【図8】 本発明の1つの実施の形態に係る熱交換システムにおける蒸発器の他の変形例の模式図である。

【図9】 本発明の1つの実施の形態の熱交換システムを備えたスターリング冷却庫の側面断面図である。

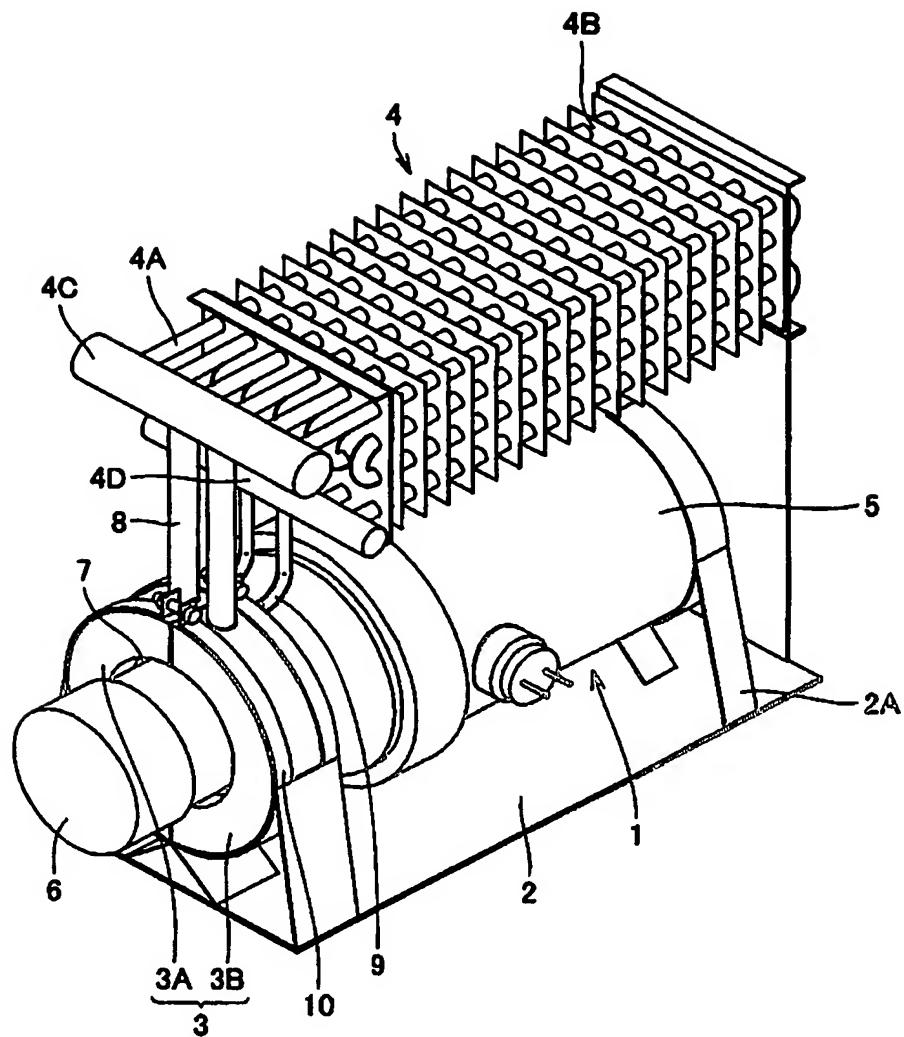
#### 【符号の説明】

1 スターリング冷凍機、2 支持台、2 A 支持部、3, 3 A, 3 B 蒸発器、4 凝縮器、4 A 折り曲げ管、4 B フィン、4 C 導管側ヘッダーパイプ、4 D 戻り管側ヘッダーパイプ、5 圧力容器、6 コールドヘッド、7 ウォームヘッド、8 導管、8 A 開口部（導管）、8 B 第1の導管、8 C 第2の導管、9 戻り管、9 A 開口部（戻り管）、10 バンド、11 外周面、11 A 内周面、12 軸方向端面、13 液冷媒領域、13 A 液面、14 ガス冷媒領域、15 周方向端面、16 流入防止板、17 連結管、18 冷却庫、19 低温側凝縮器、20 低温側戻り管、21 低温側導管、22 低温側蒸発器、23 冷気ダクト、24 ダクト、25 送風ファン、26 冷凍空間側ファン、27 冷蔵空間側ファン、28 冷凍空間、29 冷蔵空間。

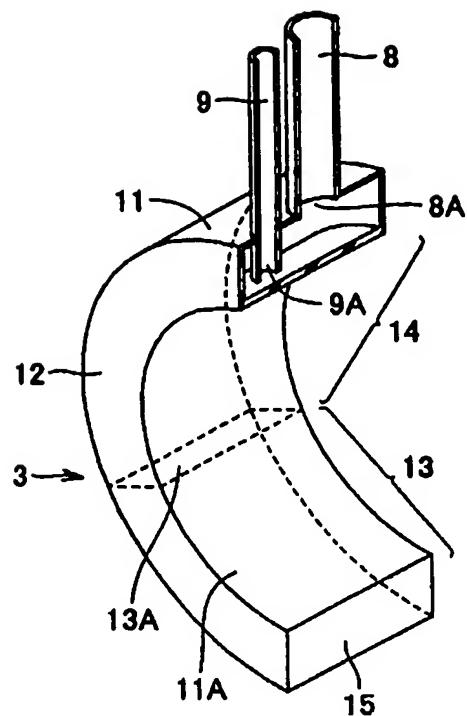
【審査名】

図面

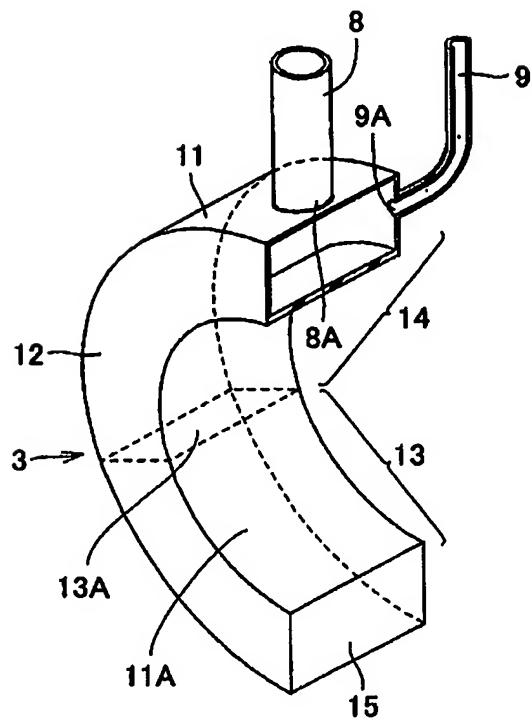
【図1】



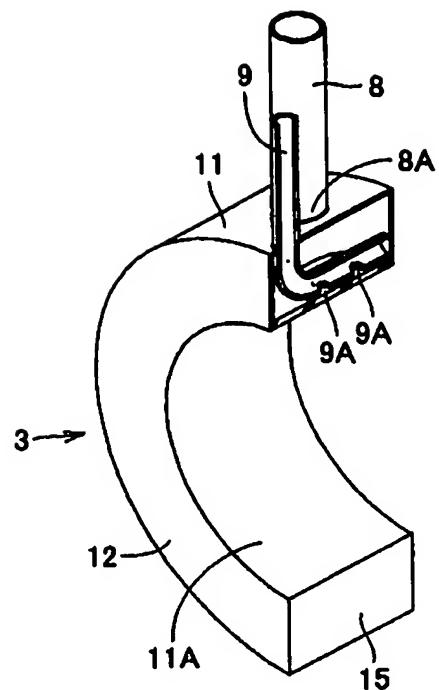
【図2】



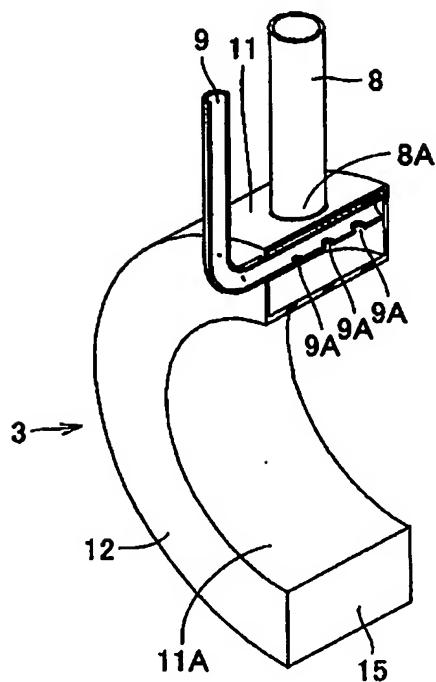
【図3】



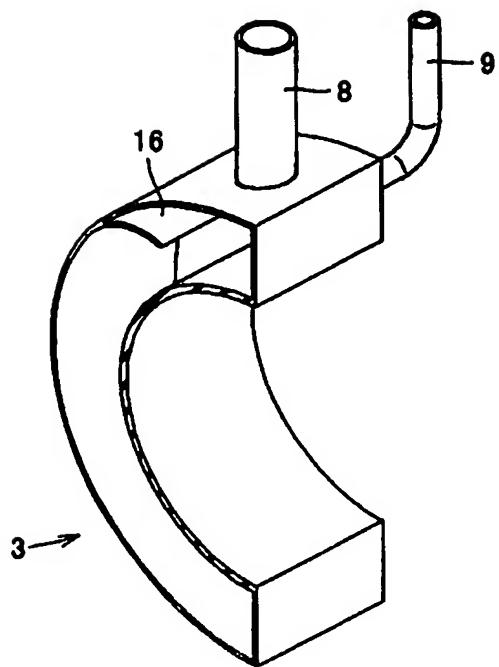
【図4】



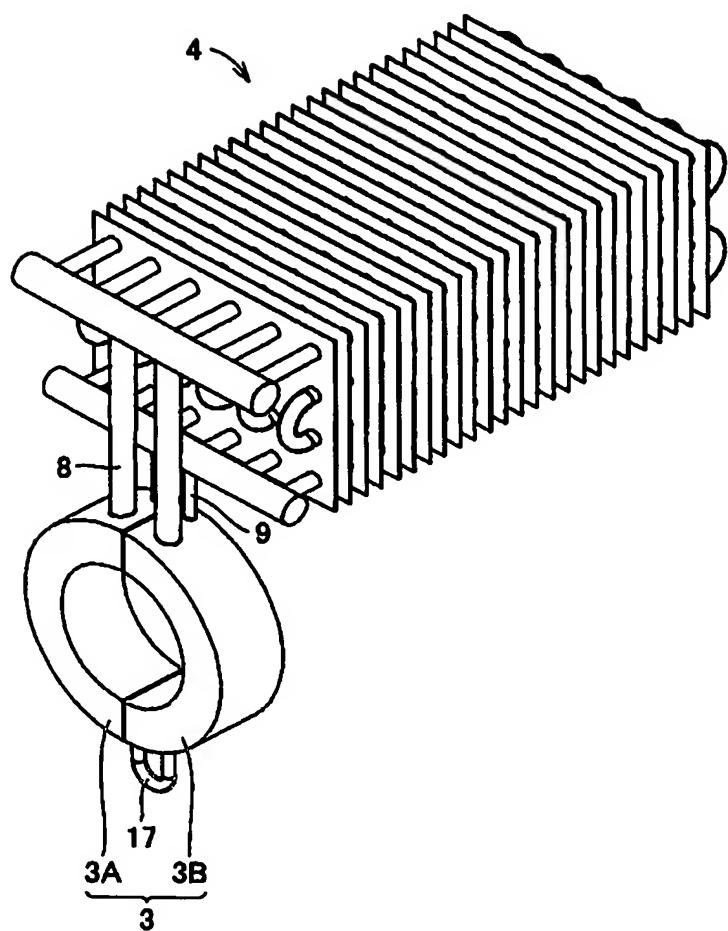
【図5】



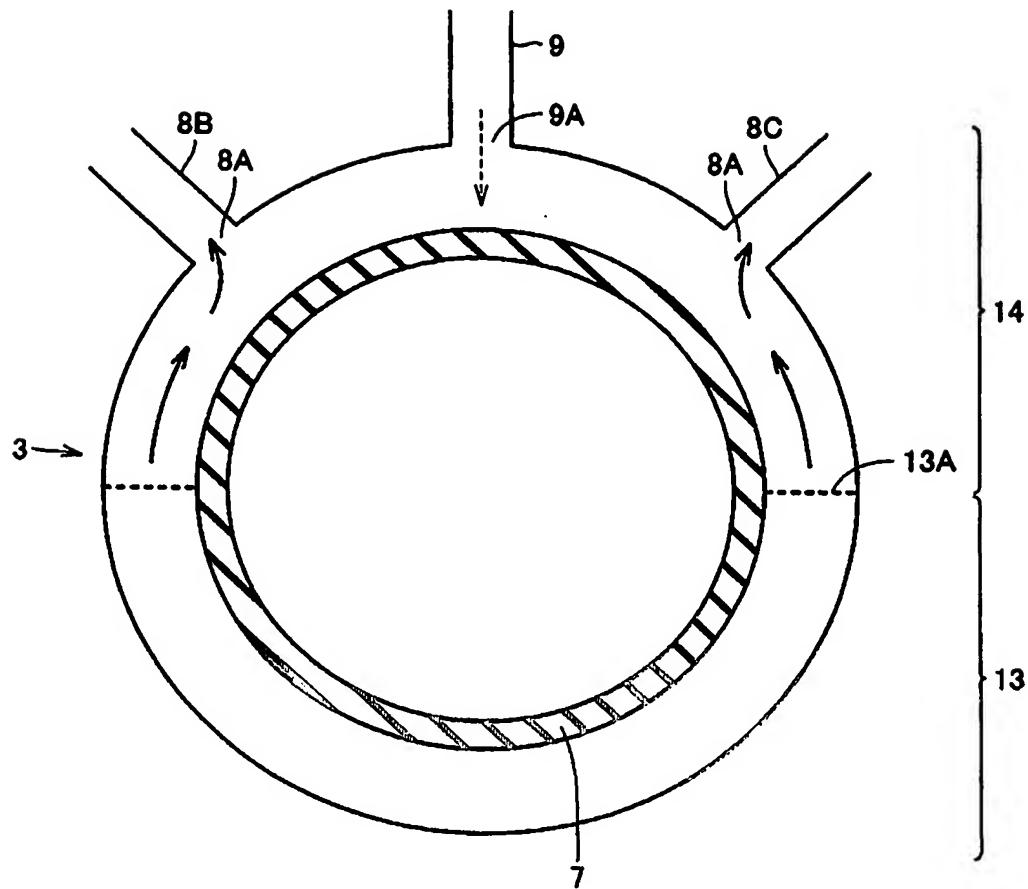
【図6】



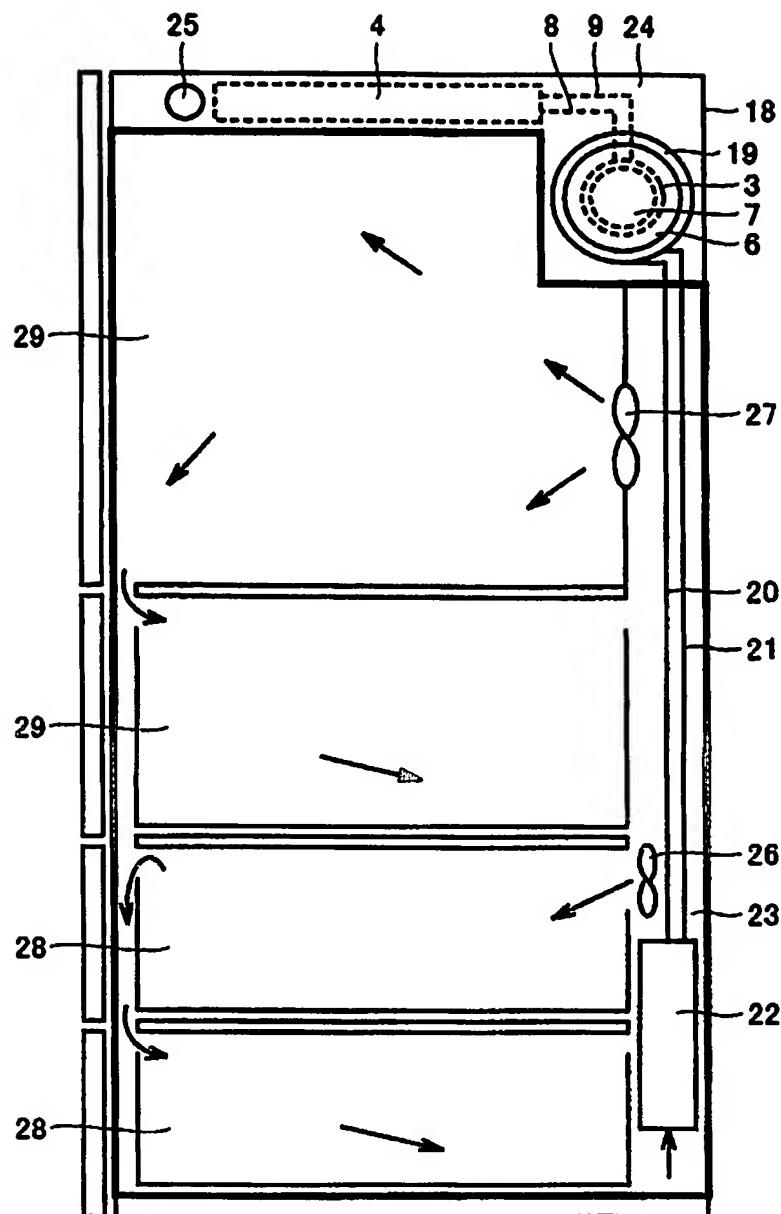
【図7】



【図8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 冷却効率のよい熱交換システムおよび成績係数の高いスターリング冷却庫を提供する。

【解決手段】 スターリング冷凍機の放熱部の周囲に設けられ、冷媒の蒸発により該放熱部の熱を吸収する蒸発器3と、蒸発器3よりも高所に配置され、気相状態の冷媒を凝縮する凝縮器と、冷媒を蒸発器3から凝縮器へと導く導管8と、液冷媒を凝縮器から蒸発器3へと戻す戻り管9とを含む自然循環型の回路の蒸発器3内において、戻り管9の開口部9Aと蒸発器3の内周面11Aとの間の距離を、導管8の開口部8Aと内周面11Aとの間の距離よりも小さくする。

【選択図】 図2

特願 2003-200656

出願人履歴情報

識別番号

[000005049]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住所 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
氏名 シャープ株式会社